

**RAIL TRAVELING MOVING BODY DEVICE**

**Patent number:** JP9216558  
**Publication date:** 1997-08-19  
**Inventor:** HIGUCHI MINEO; HASHIOKA YUTAKA  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- international: B61B13/06; B61B13/02  
- european:  
**Application number:** JP19960027137 19960214  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP9216558**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To travel even under a laying condition of all the rails by traveling with high speed low torque in the small speed reduction ratio in horizontal travel and with low speed high torque in the large speed reduction ratio in slope climbing travel.

**SOLUTION:** A rack 12 is arranged in a slope climbing part of a rail 10, and a driving system is automatically switched so that a moving body can travel with high speed low torque in the small speed reduction ratio by a driving wheel 9 in horizontal travel and with low speed high torque in the large speed reduction ratio in slope climbing travel by meshing of a gear 11 and the rack 12 connected to a speed reducer 5.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

This Page Blank (usp/c)

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] the line prepared in the climb section of a rail -- with an engagement means and the motor formed in the mobile which moves in said rail top It has the driving wheel driven by this motor, and the rotation engagement means driven through a reducer by said motor. the time of horizontal level transit of said rail -- said driving wheel -- running -- the time of climb section transit of said rail -- said line -- the rail transit mobile equipment characterized by running by engagement with an engagement means and said rotation engagement means.

[Claim 2] A driving wheel is rail transit mobile equipment according to claim 1 characterized by driving through a torque limiter.

[Claim 3] A rotation engagement means is rail transit mobile equipment according to claim 1 or 2 characterized by being supported by the mobile through an elastic body free [ migration in the transit direction of a mobile ].

[Claim 4] Rail transit mobile equipment given in either of claims 1-3 characterized by having the location detection means which is formed in the boundary section of the control unit which controls transit of a mobile, and the horizontal level of said rail and the climb section of a rail, and tells passage of a mobile to said control unit.

[Claim 5] Rail transit mobile equipment according to claim 4 characterized by changing said operation expression by the signal from a location detection means while measuring the mileage of a mobile by operation expression.

[Claim 6] A control device is rail transit mobile equipment according to claim 4 characterized by having the servo gain of the motor control system at the time of horizontal level transit of a rail, and the servo gain of the motor control system at the time of climb section transit of a rail, and being able to choose said servo gain by the signal from a location detection means.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the rail transit mobile equipment which the mobile in which the surveillance camera etc. was carried moves in a rail top, and checks a plant etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing using the structurally easy friction drive method as a means for obtaining driving force with conventional rail transit mobile equipment was main. This gives lining of rubber etc. to a driving wheel, enlarges friction with a rail, and obtains driving force. This method is used by the monorail for conveyance in works, the monorail for entrainment, etc., and is well-known.

[0003] Moreover, with another conventional rail transit mobile equipment, there is also a thing using the rack-and-pinion method as a means for obtaining driving force. This prepares the pinion by which a rotation drive is carried out at a rack and mobile side at a rail side, and obtains driving force by tabling of a rack and a pinion. As an example of the method using a rack-and-pinion method, there is a rail currently used for the portable type check robot indicated by JP,5-221311,A. However, in this example, the chain was arranged instead of the rack on the rail, the sprocket was attached in the mobile side instead of the pinion, and driving force has been obtained by tabling of a sprocket and a chain.

[0004] Moreover, there is also a thing using both a friction drive method and a rack-and-pinion method, and there is supervisory equipment indicated by JP,4-324787,A as the example. In this example, the driving wheel and the pinion are attached in one on the same axle, there is no rack in the level transit part of a rail, and the rack is arranged by the climb part. since the outer diameter of a pinion is smaller than the outer diameter of a driving wheel, to level transit, driving force obtains by friction of a driving wheel and a rail -- having -- this time -- a pinion -- since -- it carries out the surroundings, and in a climb part, a pinion gears with a rack and driving force is obtained.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since conventional rail transit mobile equipment was constituted as mentioned above, while high-speed transit at the time of level transit could be realized easily, a reduction gear ratio is small, and since torque was also small, the climb of a ramp or a vertical section was difficult for it. On the contrary, while climb transit of the mobile also with large torque with a large reduction gear ratio was completed comfortably, it had the trouble that level transit became a low speed.

[0006] This invention is made in order to solve the above technical problems, and it aims at obtaining the rail transit mobile equipment runs with the high-speed low torque according to a small reduction gear ratio by level transit, and the low-speed quantity torque according to a large reduction gear ratio by climb transit, and it can

run also on the construction conditions of all rails.

[0007]

[Means for Solving the Problem] the line by which the rail transit mobile equipment concerning this invention was formed in the climb section of a rail -- with an engagement means The motor formed in the mobile which moves in said rail top, and the driving wheel driven by this motor, the rotation engagement means driven through a reducer by said motor -- having -- the time of horizontal level transit of said rail -- said driving wheel -- running -- the time of climb section transit of said rail -- said line -- it runs by engagement with an engagement means and said rotation engagement means.

[0008] Moreover, a driving wheel is driven through a torque limiter.

[0009] Moreover, the rotation engagement means is supported by the mobile through the elastic body free [ migration in the transit direction of a mobile ].

[0010] Moreover, it is prepared in the boundary section of the control unit which controls transit of a mobile, and the horizontal level of said rail and the climb section of a rail, and has the location detection means which tells passage of a mobile to said control means.

[0011] Moreover, while measuring the mileage of a mobile by operation expression, it is a signal from a location detection means, and said operation expression is changed.

[0012] Moreover, a control device has the servo gain of the motor control system at the time of horizontal level transit of a rail, and the servo gain of the motor control system at the time of climb section transit of a rail, and can choose said servo gain by the signal from a location detection means.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one gestalt of implementation of this invention is explained.

[0014] Gestalt 1. drawing 1 of operation is the block diagram showing the rail transit mobile equipment by the gestalt 1 of operation of this invention. drawing -- setting -- 1 -- a control unit and 2 -- a motor and 3 -- the first rank -- a reducer and 4 -- a driving force branching means and 5 -- a tail end reducer and 6 -- a rotation engagement means and 7 -- a line -- in an engagement means and 8, a torque limiter and 9 express a driving wheel and 10 expresses a rail. In addition, a control unit 1 controls a motor 2, is operating the mobile, and is installed in the ground or a mobile body.

[0015] Moreover, drawing 2 is the schematic diagram showing the drive system of the rail transit mobile equipment by the gestalt 1 of implementation of this invention.

drawing -- setting -- 2 -- a motor and 3 -- the first rank -- a reducer and 5 -- a tail end reducer and 11 -- the gearing as a rotation engagement means, and 12 -- a line -- the driving wheel to which the rack as an engagement means and 8 gave the torque limiter to for example, the metal ring, and 9 lined rubber, and 10 express a rail. Moreover, 13 is the example of a driving force branching means, and, in the timing pulley a and 13b, the timing pulley b and 13c express [ 13a ] a timing belt.

[0016] Moreover, it is the example of use of the rail transit mobile equipment of this invention, drawing 3 carries a camera 17 etc. in a mobile 14 through a universal head 18, and it moves in the rail top laid in the plant, checking a surrounding condition. In addition, although illustration has not been carried out, a mobile 14 is controlled by the close coupling wireless from the feeder wire arranged by the rail 10, optical transmission, etc. in response to a control signal, and sends the image information on a camera 17 while receiving supply of a power source from the battery installed in the trolley arranged by the rail 10 or the mobile 14.

[0017] Moreover, drawing 4 is the schematic diagram showing the relation of the rail and rack about this invention. As shown in drawing 4, a rail 10 consists of a horizontal level (10a), the inclination climb section (10b), and the perpendicular climb section (10c). inclination climb section 10b and perpendicular climb section 10c which are a climb part -- a line -- the rack 12 is attached along with the rail 10 as an engagement means.

[0018] Next, actuation is explained. a mobile 14 -- the time of horizontal level 10a transit of a rail -- the driving force of a motor 2 -- the first rank -- pass a reducer 3, timing pulley 13a, timing-belt 13c, timing-belt 13b, and a torque limiter 8 -- a driving wheel 9 is driven. Lining of rubber is given to the driving wheel 9 and a mobile 14 runs by friction with a rail 10. There is no rack 12 in horizontal level 10a of a rail, and it is a gearing's 11 radius  $r_g$ . Radius  $r_t$  of a driving wheel 9 Since it is small, a gearing 11 is raced on a rail 10. This situation is shown in drawing 5. this time -- rotation of a driving wheel 9 -- rotation of a motor 2 -- the first rank -- since it becomes the thing of the small reduction gear ratio slowed down one step with the reducer 3, it is high-speed low torque. For this reason, to level transit, a mobile 14 can run at high speed.

[0019] Next, the time of a mobile 14 putting in inclination climb section 10b or perpendicular climb section 10c from level transit is considered. If climb transit is started, a gearing 11 will mesh with the rack 12 on a rail 10. This situation is shown in drawing 6. this time -- the driving force of a motor 2 -- the first rank -- pass a reducer 3 and the tail end reducer 5 -- a gearing 11 is rotated. On the other hand,

although the speed difference arises between timing pulley 13b and a driving wheel 9 since the driving wheel 9 and the rail 10 have touched, this is made to absorb by the torque limiter 8. this time -- a gearing's 11 driving force -- the driving force of a motor 2 -- the first rank -- since it becomes the thing of the large reduction gear ratio which carried out double reduction with the reducer 3 and the tail end reducer 5, it is low-speed quantity torque. Therefore, it becomes possible although the climb transit by inclination climb section 10b and rail perpendicular climb section 10c is a low speed. In addition, the driving force which can be transmitted by the torque limiter 8 took for the driving wheel 9 at this time, and driving force at this rate has helped the drive of a mobile.

[0020] Next, the time of a mobile 14 putting in horizontal level 10a from climb transit is considered. If level transit is started, a gearing 11 will shift and race from the rack 12 on a rail 10. the driving force of a motor 2 -- the first rank -- pass a reducer 3, timing pulley 13a, timing-belt 13c, timing pulley 13b, and a torque limiter 8 -- the driving wheel 9 is driven. Since the driving wheel 9 is in contact with the rail 10, a mobile 14 will run again at high speed, if a gearing 11 separates from a rack 12.

[0021] According to the gestalt 1 of this operation, it is effective in obtaining the mobile runs with the high-speed low torque according to a small reduction gear ratio by level transit, and the low-speed quantity torque according to a large reduction gear ratio by climb transit, and it can run also on the construction conditions of all rails as mentioned above. Moreover, since a rack is required only for the climb section, it is low cost.

[0022] Although the gestalt 1 of the gestalt 2. above-mentioned implementation of operation explained the case where the number of driving wheels was one, the number of driving wheels may be two, and when a rail turns to right and left and is laid, the transit stabilized further can be obtained.

[0023] Drawing 7 is the block diagram showing the drive system of the rail transit mobile equipment by the gestalt 2 of operation of this invention. Drawing 7 is equivalent to drawing which looked at the schematic drawing of the drive system of the mobile of drawing 2 R> 2 from right above. In drawing, the same sign is given to a part the same as that of drawing 2 , or considerable, and explanation is omitted. Moreover, the longitudinal directions of drawing are [ a direction and the vertical direction of drawing ] longitudinal directions of a mobile before and after a mobile (advance).

[0024] Next, actuation is explained. The difference between drawing 2 and drawing 7 is having carried out the torque limiter 8 two, torque-limiter 8a and torque-limiter 8b, in

connection with having attached driving wheel 9a and driving wheel 9b instead of and a driving wheel having been set to two. [ the driving wheel 9 ] driving wheel 9a and driving wheel 9b are attached in right and left of a mobile -- having -- \*\*\*\* -- a gearing 11 -- a mobile -- it is mostly attached in the center. While the mobile is running the curve section of a rail, the difference of a rotational frequency arises in driving wheel 9a and driving wheel 9b. The difference of this rotational frequency is absorbed by torque-limiter 8a and torque-limiter 8b. On the other hand, since [ of a mobile ] it is in the center mostly, even if the rail curves the gearing 11, there is no big change in a rotational frequency. For this reason, a mobile can run without trouble, even if the rail turns to right and left.

[0025] As mentioned above, according to the gestalt 2 of this operation, even if the rail turns to right and left, it is convenient, and the effectiveness which can maintain and run stability is acquired.

[0026] Gestalt 3. drawing 8 of operation is the side elevation of the spring installation section of the rotation engagement means of the rail transit mobile equipment by the gestalt 3 of operation of this invention. The arm 15 is attached in the output shaft and the same axle of the tail end reducer 5 free [ rotation ]. The spring 16 is stretched between the tip of an arm 15, and the mobile 14, and the spring 16 is energizing the arm 15 in the center valve position. A gearing's 11 shaft is attached at the tip of an arm 15.

[0027] Next, actuation is explained. A mobile 14 presupposes that level transit is carried out from the right to the left at high speed by a diagram. If a mobile 14 is putting to the climb section soon, a gearing 11 will collide with a rack 12. Since a gearing's 11 phase and the phase of a rack 12 are not necessarily in agreement at this time, a gearing 11 and a rack 12 do not necessarily get into gear well. However, when it does not gear, a spring 16 bends and an arm 15 rotates to the circumference of the shaft of the tail end reducer 5, and it changes until a gearing's 11 phase gears on a rack 12. For this reason, a gearing 11 meshes satisfactory on a rack 12. In addition, a spring 16 will not have trouble in transit of a mobile 14, if it is made into the sufficiently strong thing.

[0028] When a gearing begins to mesh with a rack as mentioned above according to the gestalt 3 of this operation, the effectiveness which makes small the impact to a mobile in case engagement separates is acquired.

[0029] In addition, with the gestalt 3 of the above-mentioned implementation, although the spring 16 was used as the vine firewood spring, it may be twisted along with an arm 15 between the shaft of the tail end reducer 5, and a gearing's 11 shaft, and may

attach coiled spring in it.

[0030] Gestalt 4. drawing 9 of operation is the schematic diagram showing the location detection means of the rail transit mobile equipment by the gestalt 4 of operation of this invention. The dog 17 as a location detection means which detects passage of a mobile is attached in the rail before [ edge ] a rack 12. In addition, the dog 17 and the hitting microswitch (not shown) are attached in the mobile 14.

[0031] Next, actuation is explained. I think that a mobile 14 runs from the lower right of drawing 9 to the left. Just before a mobile 14 reaches a rack 12, the microswitch of a mobile 14 hits dog 17a. The signal from a microswitch is sent to a control means 1, the rotational frequency of a motor 2 falls with this signal, and a mobile is slowed down. Since a gearing 11 and a rack 12 hit where a mobile 14 is slowed down, the impact when hitting becomes small. distance transit predetermined in the condition of having slowed down the mobile 14 -- if it carries out, since a gearing 11 and a rack 12 will get into gear completely, the rotational frequency of a motor 2 goes up from there with a control unit 1, and a climb is accelerated and carried out.

[0032] Since the rotational frequency of a motor is controllable by the signal from a location detection means as mentioned above according to the gestalt 4 of this operation, it is effective in obtaining smooth transit of a mobile.

[0033] In addition, a proximity switch etc. may be used although the microswitch was used with the gestalt 4 of the above-mentioned implementation.

[0034] Gestalt 5. drawing 10 of operation is a flow chart which shows the mileage measuring method of the rail transit mobile equipment by the gestalt 5 of operation of this invention. in addition, whether the encoder with which mileage and  $**l$  were attached in the increment of mileage and  $n$  was attached in the motor what rotated the sign of the operation expression in drawing for  $l$ , the counted value, and  $nr$  The pulse number which an encoder emits to one rotation, and  $kh$  the first rank -- the reduction gear ratio of a reducer, and  $kl$  The reduction gear ratio of a tail end reducer, and  $rt$  A driving wheel radius and  $rp$  A gearing pitch circle radius and  $SW$  express the microswitch, respectively.

[0035] Next, actuation is explained. Suppose that the mobile 14 is running horizontal level 10a of a rail toward the left from the lower right in drawing 9 . Increment  $\delta l$  of the mileage of a mobile 14 is calculated by a formula (1) and the ( drawing 10 step 1) at this time.

$$**l = n/nr \times 1 - /kh \times 2 \times \pi \times rt \dots\dots\dots (1)$$

The total mileage  $l$  of a mobile 14 becomes what integrated this  $\delta l$  from the start point (step 2).

[0036] Next, a mobile 14 detects dog 17a by drawing 9 , and suppose that the microswitch was turned on and moved to climb transit (step 3). The operation expression of increment  $\Delta$  of mileage changes to a formula (2) and the ( drawing 10 step 4).

$$**I = n/nr \times 1/kh \times 1/kl \times 2 \times \text{pixrp} \dots (2)$$

Henceforth, while carrying out the climb of the part of a rack 12, the total mileage  $I$  of a mobile 14 becomes what integrated this  $\Delta$  further from the start point to the addition value (step 5).

[0037] Next, a mobile 14 detects dog 17b by drawing 9 , and if a microswitch is turned on and moves to level transit again, the operation expression of increment  $\Delta$  of mileage will change to a formula (1) again. The total mileage  $I$  of a mobile 14 becomes what integrated this  $\Delta$  further from the start point to the addition value.

[0038] As mentioned above, according to the gestalt 5 of this operation, even if a reduction gear ratio changes during transit, the effectiveness which the total mileage from a start point can measure automatically is acquired.

[0039] In addition, with the gestalt 5 of the above-mentioned implementation, the case where a gearing 11 is used as a rotation engagement means is considered, and it is  $r_p$ . Although considered as a gearing's pitch circle radius, when other means are used, the value which carries out considerable, respectively shall be used.

[0040] Moreover, although the addition value of the mileage from a start point shall be measured with the gestalt 5 of the above-mentioned implementation, it is good also as what prepares a dog on the way, assigns an address by considering between [ some ] previous dogs as one partition with a dog between a dog and the following dog, and measures the mileage within the address.

[0041] Gestalt 6. drawing 11 of operation is a flow chart which shows the adjustment approach of the control-system gain of the rail transit mobile equipment by the gestalt 6 of operation of this invention. In addition, the rotor inertia and  $M$  whose  $I_m$  of the sign of the operation expression in drawing is the inertia of the rotator of a motor 2 are the truck mass of a mobile, and the rest is the same as a formula (1) and (2). Moreover, drawing 12 is a block diagram of a motor part used for a servo motor control system.  $J$  is the moment of inertia of a motor and a load, and this value changes with the reduction gear ratios  $k$  which exist even in a load from a motor. The load about the gestalt of this operation serves as mass of a mobile.

[0042] Next, actuation is explained. Suppose that the mobile 14 is running horizontal level 10a of a rail toward the left from the lower right in drawing 9 . The motor 2 is making it run a mobile 14 by the driving wheel 9 at this time. as the reducer from a

motor 2 to a load -- the first rank -- only the reducer 3 exists. In this case, the motor 2 of drawing 12 and moment-of-inertia J of a load are called for by the formula (3) and (A of drawing 11 ).

$$J=I_m + (M \times r^2) / k_h^2 \dots\dots\dots (3)$$

[0043] Next, a mobile 14 detects dog 17a by drawing 9 , and suppose that the microswitch was turned on and moved to climb transit. in this case, a motor 2 runs a mobile 14 with a gearing 11 -- making -- \*\*\*\* -- as the reducer from a motor 2 to a load -- the first rank -- a reducer 3 and the tail end reducer 5 exist. In this case, the motor 2 of drawing 12 and moment-of-inertia J of a load are called for by the formula (4) and (B of drawing 11 ).

$$J=I_m + (M \times r_p^2) / (k_h^2 \times k_l^2) \dots\dots\dots (4)$$

As it is indicated in (4) as a formula (3), in the time of level transit and climb transit, the constants about motor control differ clearly.

[0044] As mentioned above, according to the gestalt 6 of this operation, even if a reduction gear ratio changes in the time of level transit and climb transit, the value of the gain of a motor control system can be changed automatically, and the effectiveness which can perform stable transit is acquired. In addition, with the gestalt 6 of the above-mentioned implementation, the case where a gearing 11 is used as a rotation engagement means is considered, and it is  $r_p$ . Although considered as a gearing's pitch circle radius, when other means are used, the value which carries out considerable, respectively shall be used.

[0045] In addition, although the gearing 11 was raised with the gestalten 1-6 of the above-mentioned implementation as a rotation engagement means 6, you may be a sprocket, a timing pulley, etc. moreover, a line -- although the rack 12 was raised as an engagement means 7, you may be a chain and a timing belt. Furthermore, you may be a gearing etc. although timing pulley 13a, timing pulley 13b, and timing-belt 13c were raised as a driving force branching means 4.

[0046] Moreover, although the gestalten 1-6 of the above-mentioned implementation showed the case where rail transit mobile equipment was used as a migration check robot in a plant, you may use for other applications, such as migration of the components in works, migration of the specimen in a hospital, migration of the document in an office, a display, and a toy.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the rail transit mobile equipment by the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the schematic diagram showing the rail transit mobile equipment by the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 3] It is the image Fig. showing the example of use of the rail transit mobile equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the relation between the rail about this invention, and a rack.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing the relation between the gearing of this invention, and a rack.

[Drawing 6] It is another explanatory view showing the relation between the gearing of this invention, and a rack.

[Drawing 7] It is the block diagram showing the rail transit mobile equipment by the gestalt 2 of operation of this invention.

[Drawing 8] It is the explanatory view showing the spring installation section of the rotation engagement means of the rail transit mobile equipment by the gestalt 3 of operation of this invention.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing the location detection means of the rail transit mobile equipment by the gestalt 4 of operation of this invention.

[Drawing 10] It is the flow chart which shows the mileage measuring method of the rail transit mobile equipment by the gestalt 5 of operation of this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing the control routine of the rail transit mobile equipment by the gestalt 6 of operation of this invention.

[Drawing 12] It is the block diagram of the motor of the rail transit mobile equipment by the gestalt 6 of operation of this invention.

[Description of Notations]

1 Control Means 2 Motor 3 First Rank -- Reducer 4 Driving Force Branching Means

5 Tail End Reducer 6 Rotation Engagement Means 7 Line -- Engagement Means

8 Torque Limiter 9 Driving Wheel 10a Rail Horizontal Level

10b Rail ramp 10c Rail vertical section 11 Gearing

12 Rack 13a Timing Pulley 13B Timing Pulley

13c Timing belt 14 Mobile 15 Arm

16 Spring 17 Camera 18 Universal Head

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-216558

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 1 B	13/06		B 6 1 B	C
	13/02			E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平8-27137

(22) 出願日 平成8年(1996)2月14日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 樋口 峰夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 橘丘 豊

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

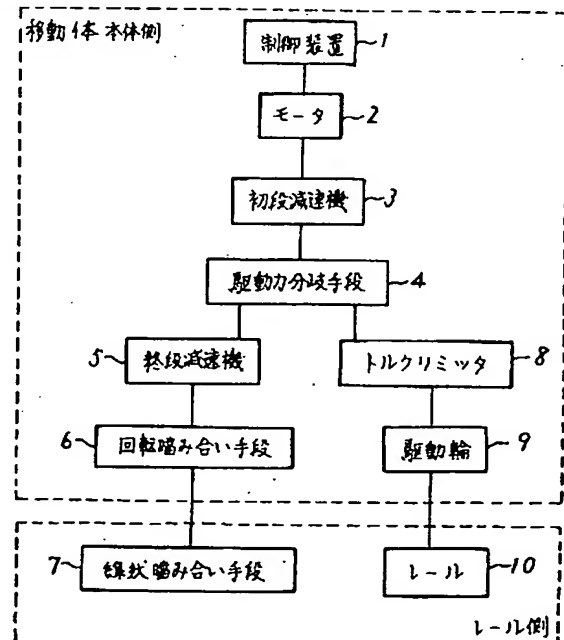
(74) 代理人 弁理士 大岩 増雄

(54) 【発明の名称】 レール走行移動体装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のレール走行移動体装置は、減速機構がなかったため、登坂走行ができない、またはできても水平走行が遅くなるという問題点があった。

【解決手段】 レール10の登坂部分にラック12を設け、移動体14が、水平走行では駆動輪9で小減速比による高速低トルクで、登坂走行では減速機4に連結された歯車11とラック12との噛み合いで大減速比による低速高トルクで走行できるよう、駆動系を自動的に切り替えられるようにした。



This Page Blank (uspto)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レールの登坂部に設けられた線状噛み合い手段と、前記レール上を移動する移動体に設けられたモータと、このモータによって駆動される駆動輪と、前記モータにより減速機を介して駆動される回転噛み合い手段とを備え、前記レールの水平部走行時は前記駆動輪で走行し、前記レールの登坂部走行時は前記線状噛み合い手段と前記回転噛み合い手段との噛み合いで走行することを特徴とするレール走行移動体装置。

【請求項2】 駆動輪はトルクリミッタを介して駆動されることを特徴とする請求項1記載のレール走行移動体装置。

【請求項3】 回転噛み合い手段は移動体の走行方向に移動自在に弾性体を介して移動体に支持されていることを特徴とする請求項1または2記載のレール走行移動体装置。

【請求項4】 移動体の走行を制御する制御装置と、前記レールの水平部とレールの登坂部との境界部に設けられ、移動体の通過を前記制御装置に伝える位置検出手段とを備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のレール走行移動体装置。

【請求項5】 移動体の走行距離を演算式によって計測すると共に、位置検出手段からの信号で、前記演算式を切り替えることを特徴とする請求項4記載のレール走行移動体装置。

【請求項6】 制御装置は、レールの水平部走行時のモータ制御系のサーボゲインと、レールの登坂部走行時のモータ制御系のサーボゲインとを有し、位置検出手段からの信号で前記サーボゲインを選択できることを特徴とする請求項4記載のレール走行移動体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、監視カメラなどを搭載した移動体がレール上を移動してプラントなどを点検するレール走行移動体装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のレール走行移動体装置では、駆動力を得るための手段として、構造的に簡単な摩擦駆動方式を用いたものが主であった。これは駆動輪にゴムのライニングなどを施し、レールとの摩擦を大きくして、駆動力を得るものである。この方式は工場内の搬送用モノレール、乗車用のモノレールなどで使われており、公知である。

【0003】また従来の別のレール走行移動体装置では、駆動力を得るための手段としてラックアンドピニオン方式を用いたものもある。これはレール側にラック、移動体側に回転駆動されるピニオンを設けて、ラックとピニオンの噛み合わせて駆動力を得るものである。ラックアンドピニオン方式を用いた方式の一例として、特開平5-221311号公報に開示された移動式点検ロボ

ットに使用されているレールがある。ただしこの例では、レール上にラックの代わりにチェーンを配設し、移動体側にピニオンの代わりにスプロケットを取り付け、スプロケットとチェーンの噛み合わせて駆動力を得ている。

【0004】また、摩擦駆動方式とラックアンドピニオン方式の両方を用いたものもあり、その一例として特開平4-324787号公報に開示された監視装置がある。この例では駆動輪とピニオンが同軸で一体に取り付けられており、レールの水平走行部分にはラックがなく、登坂部分にはラックが配設されている。ピニオンの外径は駆動輪の外径より小さいので、水平走行では駆動輪とレールの摩擦で駆動力が得られ、このときピニオンはからまわりし、登坂部分ではピニオンがラックと噛み合い、駆動力が得られる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のレール走行移動体装置は以上のように構成されているので、水平走行時の高速走行が簡単に実現できる反面、減速比が小さくトルクも小さいので、傾斜部や垂直部の登坂が困難であった。逆に、減速比が大きくトルクも大きい移動体は、登坂走行が楽にできる反面、水平走行が低速になるという問題点があった。

【0006】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、水平走行では小減速比による高速低トルク、登坂走行では大減速比による低速高トルクで走行し、あらゆるレールの敷設条件でも走行できるレール走行移動体装置を得ることを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係るレール走行移動体装置は、レールの登坂部に設けられた線状噛み合い手段と、前記レール上を移動する移動体に設けられたモータと、このモータによって駆動される駆動輪と、前記モータにより減速機を介して駆動される回転噛み合い手段とを備え、前記レールの水平部走行時は前記駆動輪で走行し、前記レールの登坂部走行時は前記線状噛み合い手段と前記回転噛み合い手段との噛み合いで走行するものである。

【0008】また、駆動輪はトルクリミッタを介して駆動されるものである。

【0009】また、回転噛み合い手段は移動体の走行方向に移動自在に弾性体を介して移動体に支持されているものである。

【0010】また、移動体の走行を制御する制御装置と、前記レールの水平部とレールの登坂部との境界部に設けられ、移動体の通過を前記制御手段に伝える位置検出手段とを備えたものである。

【0011】また、移動体の走行距離を演算式によって計測すると共に、位置検出手段からの信号で、前記演算式を切り替えるものである。

This Page Blank (uspic)

【0012】また、制御装置は、レールの水平部走行時のモータ制御系のサーボゲインと、レールの登坂部走行時のモータ制御系のサーボゲインとを有し、位置検出手段からの信号で前記サーボゲインを選択できるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

【0014】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1によるレール走行移動体装置を示す構成図である。図において、1は制御装置、2はモータ、3は初段減速機、4は駆動力分岐手段、5は終段減速機、6は回転噛み合い手段、7は線状噛み合い手段、8はトルクリミッタ、9は駆動輪、10はレールを表す。なお、制御装置1は、モータ2を制御して移動体の運転をしており、地上または移動体本体に設置されている。

【0015】また、図2はこの発明の実施の形態1によるレール走行移動体装置の駆動系を示す概略図である。図において、2はモータ、3は初段減速機、5は終段減速機、11は回転噛み合い手段としての歯車、12は線状噛み合い手段としてのラック、8はトルクリミッタ、9は例えば金属輪にゴムのライニングを施した駆動輪、10はレールを表す。また、13は駆動力分岐手段の例であり、13aはタイミングプーリーa、13bはタイミングプーリーb、13cはタイミングベルトを表す。

【0016】また、図3は本発明のレール走行移動体装置の使用例であり、移動体14に雲台18を介してカメラ17などを搭載し、プラント内に敷設されたレール上を周囲の状態を点検しながら移動する。なお図示はしていないが、移動体14は、レール10に配設されたトロリーまたは移動体14内に設置された蓄電池などから電源の供給を受けると共に、レール10に配設されたフィーダー線からの密結合無線、光伝送などにより制御信号を受けて制御され、カメラ17の映像情報を送る。

【0017】また、図4は本発明に関するレールとラックとの関係を示す概略図である。図4に示すように、レール10は、水平部(10a)、傾斜登坂部(10b)、垂直登坂部(10c)からなる。登坂部分である傾斜登坂部10bと垂直登坂部10cには、線状噛み合い手段としてラック12がレール10に沿って取り付けられている。

【0018】次に動作について説明する。移動体14がレールの水平部10a走行時には、モータ2の駆動力は、初段減速機3、タイミングプーリー13a、タイミングベルト13c、タイミングベルト13b、トルクリミッタ8を経て駆動輪9を駆動する。駆動輪9にはゴムのライニングが施されており、レール10との摩擦により移動体14は走行する。レールの水平部10aにはラック12がなく、歯車11の半径 $r_g$ は駆動輪9の半径 $r$ より小さいので、歯車11はレール10の上で空転す

る。この様子を図5に示す。このとき駆動輪9の回転は、モータ2の回転を初段減速機3で1段減速した小減速比のものとなるので、高速低トルクである。このため、水平走行では移動体14は高速で走行できる。

【0019】次に、移動体14が水平走行から傾斜登坂部10bまたは垂直登坂部10cにさしかかったときを考える。登坂走行に入ると歯車11がレール10上のラック12と噛み合う。この様子を図6に示す。このときモータ2の駆動力は、初段減速機3、終段減速機5を経て歯車11を回転させる。一方、駆動輪9とレール10は接しているため、タイミングプーリー13bと駆動輪9との間に速度差が生じるが、これはトルクリミッタ8により吸収させる。このとき歯車11の駆動力は、モータ2の駆動力を初段減速機3と終段減速機5で2段減速した大減速比のものになるので、低速高トルクである。よって、傾斜登坂部10bとレール垂直登坂部10cでの登坂走行が低速ではあるが可能になる。なお、このとき駆動輪9にはトルクリミッタ8で伝達可能な駆動力がかり、この分の駆動力は移動体の駆動を助けている。

【0020】次に、移動体14が登坂走行から水平部10aにさしかかったときを考える。水平走行に入ると、歯車11がレール10上のラック12からはずれて空転する。モータ2の駆動力は、初段減速機3、タイミングプーリー13a、タイミングベルト13c、タイミングプーリー13b、トルクリミッタ8を経て駆動輪9を駆動している。駆動輪9はレール10と接しているため、移動体14は歯車11がラック12から外れると、再び高速で走行する。

【0021】以上のようにこの実施の形態1によれば、水平走行では小減速比による高速低トルク、登坂走行では大減速比による低速高トルクで走行し、あらゆるレールの敷設条件でも走行できる移動体を得る効果がある。また、ラックは登坂部にしか必要でないため、低コストである。

【0022】実施の形態2. 上記実施の形態1では、駆動輪が1つの場合について説明したが、駆動輪が2つであっても良く、レールが左右にカーブして敷設されている場合、さらに安定した走行を得ることができる。

【0023】図7は本発明の実施の形態2によるレール走行移動体装置の駆動系を示す構成図である。図7は図2の移動体の駆動系の略図を真上から見た図に相当する。図において、図2と同一または相当の部分には同一の符号を付し説明を省略する。また、図の左右方向が移動体の前後(進行)方向、図の上下方向が移動体の左右方向である。

【0024】次に動作を説明する。図2と図7の違いは、駆動輪9のかわりに駆動輪9aと駆動輪9bを取り付けたことと、駆動輪が2つになったことに伴ってトルクリミッタ8をトルクリミッタ8aとトルクリミッタ8bの2つにしたことである。駆動輪9aと駆動輪9bは

This Page Blank (uspto)

移動体の左右に取り付けられており、歯車11は移動体のほぼ中央に取り付けられている。移動体が、レールのカーブ部を走行しているとき、駆動輪9aと駆動輪9bには回転数の差が生じる。この回転数の差は、トルクリミッタ8aとトルクリミッタ8bにより吸収される。一方、歯車11は移動体のほぼ中央にあるため、レールがカーブしていても回転数に大きな変化はない。このため、移動体はレールが左右にカーブしていても、支障無く走行できる。

【0025】以上のようにこの実施の形態2によれば、レールが左右にカーブしていても支障無く、安定性を保って走行できる効果が得られる。

【0026】実施の形態3。図8は、本発明の実施の形態3によるレール走行移動体装置の回転噛み合い手段のばね取り付け部の側面図である。終段減速機5の出力軸と同軸にアーム15が回転自在に取り付けられている。アーム15の先端と移動体14の間にはばね16が張っており、ばね16はアーム15を中立位置に付勢している。アーム15の先端には歯車11の軸が取り付けられている。

【0027】次に動作について説明する。図で移動体14は右から左へ高速で水平走行しているとする。やがて移動体14が登坂部へさしかかると歯車11がラック12に衝突する。このとき、歯車11の位相とラック12の位相は一致しているとは限らないので、歯車11とラック12はうまく噛み合うとは限らない。しかし噛み合わなかった場合、ばね16がたわんでアーム15が終段減速機5の軸まわりに回転し、歯車11の位相がラック12に噛み合うまで変化する。このため歯車11はラック12に問題なく噛み合う。なお、ばね16は十分強いものにしておけば、移動体14の走行には支障はない。

【0028】以上のようにこの実施の形態3によれば、ラックと歯車が噛み合い始める時、噛み合いが外れる時の移動体への衝撃を小さくする効果が得られる。

【0029】なお、上記実施の形態3では、ばね16はつまきばねにしたが、終段減速機5の軸と歯車11の軸との間にアーム15に沿ってねじりコイルばねをとりつけてもよい。

$$\Delta l = n / n_r \times 1 / k_h \times 2\pi \times r_t \cdots \cdots (1)$$

移動体14の全走行距離lは、この $\Delta l$ をスタート地点から積算したものになる(ステップ2)。

【0036】次に、図9で移動体14がドグ17aを検

$$\Delta l = n / n_r \times 1 / k_h \times 1 / k_1 \times 2\pi \times r_p \cdots \cdots (2)$$

以後、ラック12の部分に登坂しているとき、移動体14の全走行距離lはこの $\Delta l$ をスタート地点からの積算値に更に積算したものになる(ステップ5)。

【0037】次に、図9で移動体14がドグ17bを検出し、マイクロスイッチがONになって再び水平走行に移ると、走行距離の増分 $\Delta l$ の演算式は再び式(1)に切り替わる。移動体14の全走行距離lはこの $\Delta l$ をス

【0030】実施の形態4。図9は本発明の実施の形態4によるレール走行移動体装置の位置検出手段を示す概略図である。ラック12の端部手前のレールには、移動体の通過を検出する位置検出手段としてのドグ17が取り付けられている。なお、移動体14にはドグ17と当たるマイクロスイッチ(図示していない)が取り付けられている。

【0031】次に動作について説明する。移動体14が図9の右下から左へ走行すると考える。移動体14がラック12に到達する直前に、移動体14のマイクロスイッチがドグ17aに当たる。マイクロスイッチからの信号は制御手段1に送られ、この信号によりモータ2の回転数が下がり移動体は減速する。移動体14は減速した状態で歯車11とラック12が当たるので、当たったときの衝撃が小さくなる。移動体14は減速した状態で所定の距離走行すると、歯車11とラック12が完全に噛み合うので、そこから制御装置1によりモータ2の回転数が上がり増速して登坂する。

【0032】以上のようにこの実施の形態4によれば、位置検出手段からの信号によってモータの回転数を制御できるので、移動体のスムーズな走行を得る効果がある。

【0033】なお、上記実施の形態4ではマイクロスイッチを用いたが、近接スイッチなどでもよい。

【0034】実施の形態5。図10は本発明の実施の形態5によるレール走行移動体装置の走行距離測定方法を示すフローチャートである。なお図中の演算式の符号は、lは走行距離、 $\Delta l$ は走行距離の増分、nはモータに取り付けられたエンコーダが何回転したかカウントした値、 $n_r$ はエンコーダが1回転に発するパルス数、 $k_h$ は初段減速機の減速比、 $k_1$ は終段減速機の減速比、 $r_t$ は駆動輪半径、 $r_p$ は歯車ピッチ円半径、SWはマイクロスイッチをそれぞれ表している。

【0035】次に動作について説明する。図9において、移動体14が右下から左へ向かってレールの水平部10aを走行しているとする。このとき移動体14の走行距離の増分 $\Delta l$ は、式(1)(図10ステップ1)により計算される。

出し、マイクロスイッチがONになって登坂走行に移ったとする(ステップ3)。走行距離の増分 $\Delta l$ の演算式は、式(2)(図10ステップ4)に切り替わる。

スタート地点からの積算値に更に積算したものになる。

【0038】以上のようにこの実施の形態5によれば、走行中に減速比が変化しても、スタート地点からの全走行距離が自動的に測定できる効果が得られる。

【0039】なお、上記実施の形態5では、回転噛み合い手段として歯車11を用いた場合を考えて、 $r_p$ を歯車のピッチ円半径としたが、他の手段を用いた場合に

This Page Blank (uspto)

は、それぞれ相当する値を用いるものとする。

【0040】また、上記実施の形態5では、スタート地点からの走行距離の積算値を測定するものとしたが、途中にドグを設け、ドグと次のドグの間、またはドグといくつか先のドグとの間を1区画として番地を割り当て、その番地内での走行距離を測定するものとしてもよい。

【0041】実施の形態6. 図11は本発明の実施の形態6によるレール走行移動体装置の制御系ゲインの調整方法を示すフローチャートである。なお図中の演算式の符号は、 $I_m$ はモータ2の回転子の慣性であるロータリーイナーシャ、 $M$ は移動体の台車質量で、あとは式

(1)、(2)と同じである。また、図12はサーボモータ制御系に用いるモータ部分のブロック図である。

$$J = I_m + (M \times r_c^2) / k_h^2 \dots \dots \dots (3)$$

【0043】次に、図9で移動体14がドグ17aを検出し、マイクロスイッチがONになって登坂走行に移ったとする。この場合、モータ2は歯車11により移動体14を走行させており、モータ2から負荷までの減速機

$$J = I_m + (M \times r_p^2) / (k_h^2 \times k_1^2) \dots \dots \dots (4)$$

式(3)と(4)に示すように、水平走行時と登坂走行時では明らかにモータ制御に関する定数が異なる。

【0044】以上のようにこの実施の形態6によれば、水平走行時と登坂走行時とで減速比が変化しても、自動的にモータ制御系のゲインの値を変化させることができ、安定した走行ができる効果が得られる。なお、上記実施の形態6では、回転噛み合い手段として歯車11を用いた場合を考えて、 $r_p$ を歯車のピッチ円半径としたが、他の手段を用いた場合には、それぞれ相当する値を用いるものとする。

【0045】なお、上記実施の形態1から6では、回転噛み合い手段6として歯車11をあげたが、スプロケットやタイミングプーリなどであってもよい。また、線状噛み合い手段7としてラック12をあげたが、チェーンやタイミングベルトであってもよい。さらに、駆動力分岐手段4としてタイミングプーリ13a、タイミングプーリ13b、タイミングベルト13cをあげたが、歯車などであってもよい。

【0046】また、上記実施の形態1から6では、レール走行移動体装置をプラント内の移動点検ロボットとして用いた場合を示したが、工場内の部品の移送、病院内の検体の移送、事務所内の書類の移送、ディスプレイ、玩具など他の用途に用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるレール走行移動体装置を示す構成図である。

【図2】 本発明の実施の形態1によるレール走行移動体装置を示す概略図である。

【図3】 本発明のレール走行移動体装置の使用例を示すイメージ図である。

【図4】 本発明に関するレールとラックの関係を示す

$J$ はモータ及び負荷の慣性モーメントであり、この値はモータから負荷までに存在する減速比 $k$ によって変化する。本実施の形態についての負荷は、移動体の質量となる。

【0042】次に動作について説明する。図9において、移動体14が右下から左へ向かってレールの水平部10aを走行しているとする。このときモータ2は駆動輪9により移動体14を走行させている。モータ2から負荷までの減速機としては、初段減速機3のみが存在している。この場合、図12のモータ2及び負荷の慣性モーメント $J$ は、式(3)(図11のA)により求められる。

としては、初段減速機3と終段減速機5が存在する。この場合、図12のモータ2及び負荷の慣性モーメント $J$ は、式(4)(図11のB)により求められる。

説明図である。

【図5】 本発明の歯車とラックとの関係を示す説明図である。

【図6】 本発明の歯車とラックとの関係を示す別の説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態2によるレール走行移動体装置を示す構成図である。

【図8】 本発明の実施の形態3によるレール走行移動体装置の回転噛み合い手段のばね取り付け部を示す説明図である。

【図9】 本発明の実施の形態4によるレール走行移動体装置の位置検出手段を示す説明図である。

【図10】 本発明の実施の形態5によるレール走行移動体装置の走行距離測定方法を示すフローチャートである。

【図11】 本発明の実施の形態6によるレール走行移動体装置の制御ルーチンを示す図である。

【図12】 本発明の実施の形態6によるレール走行移動体装置のモータのブロック線図である。

【符号の説明】

1 制御手段 2 モータ 3 初段減速機 4 駆動力分岐手段

5 終段減速機 6 回転噛み合い手段 7 線状噛み合い手段

8 トルクリミッタ 9 駆動輪 10a レール水平部

10b レール傾斜部 10c レール垂直部 11 歯車

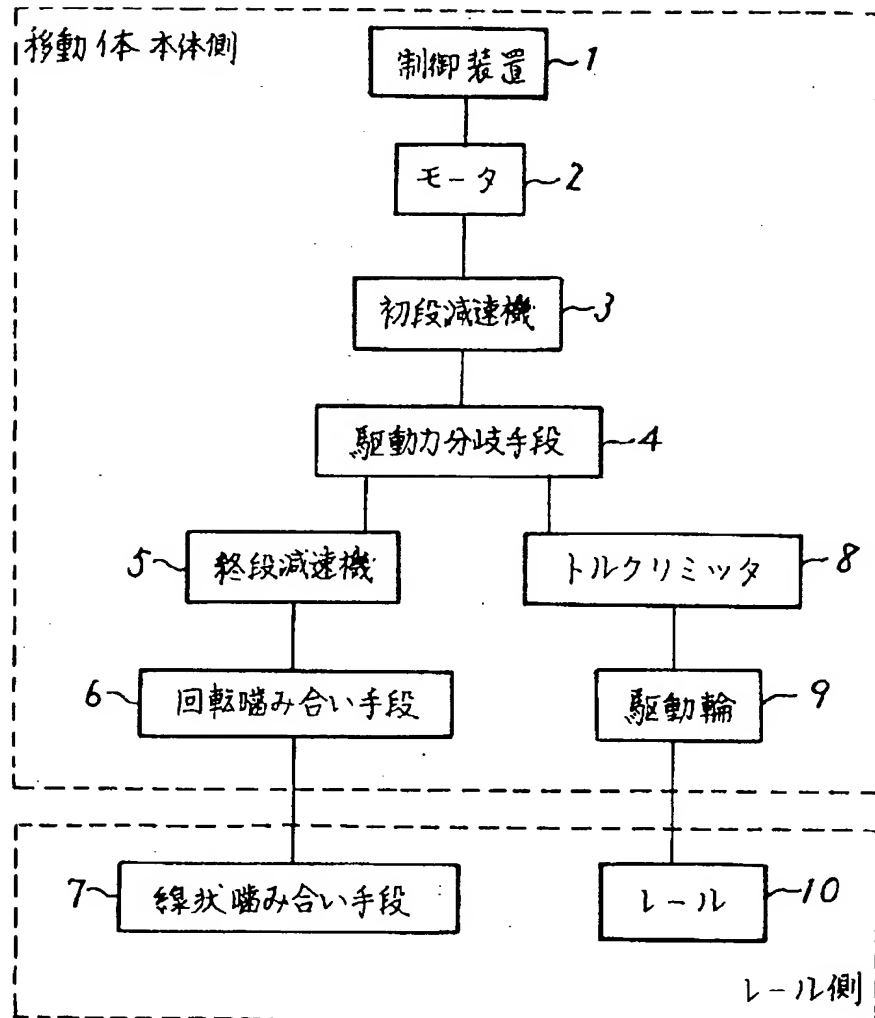
12 ラック 13a タイミングプーリ 13b タイミングプーリ

13c タイミングベルト 14 移動体 15 アー

This Page Blank (uspto)

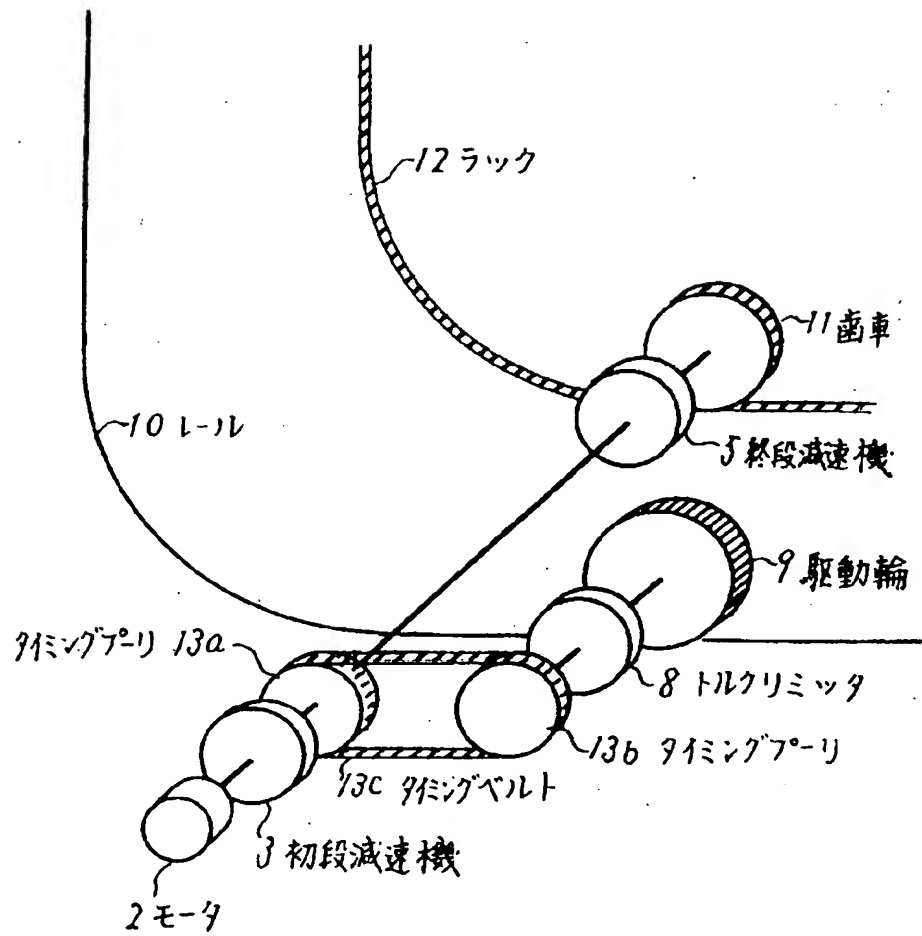
16 ばね 17 カメラ 18 雲台

【図1】

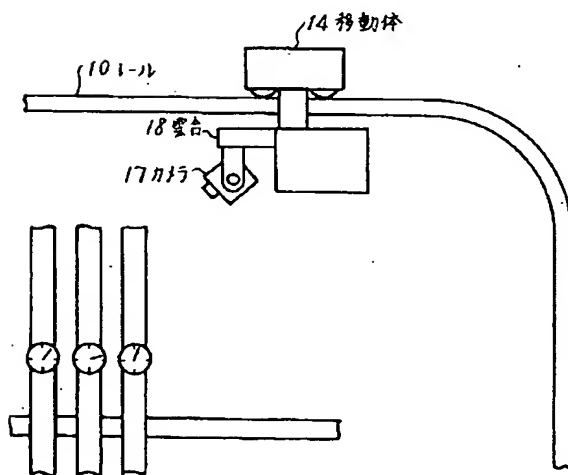


This Page Blank (usps)

【図2】

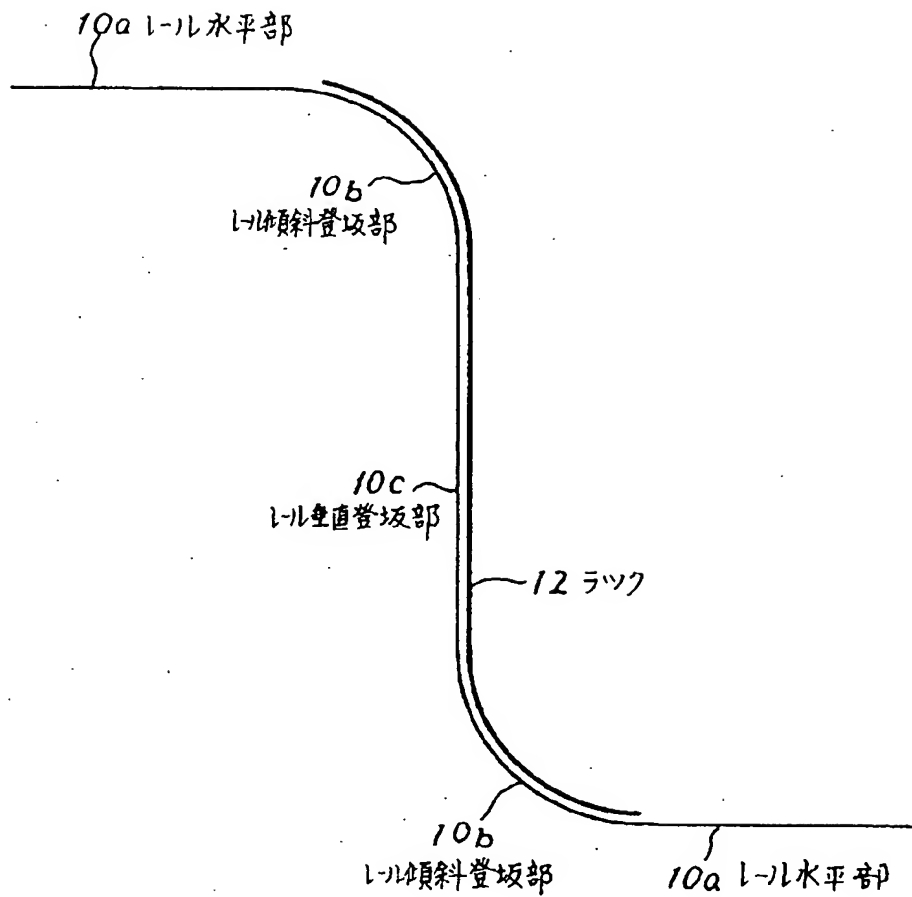


【図3】

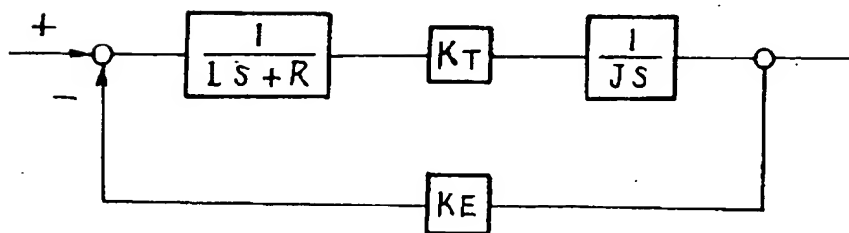


This Page Blank (uspic)

【図4】



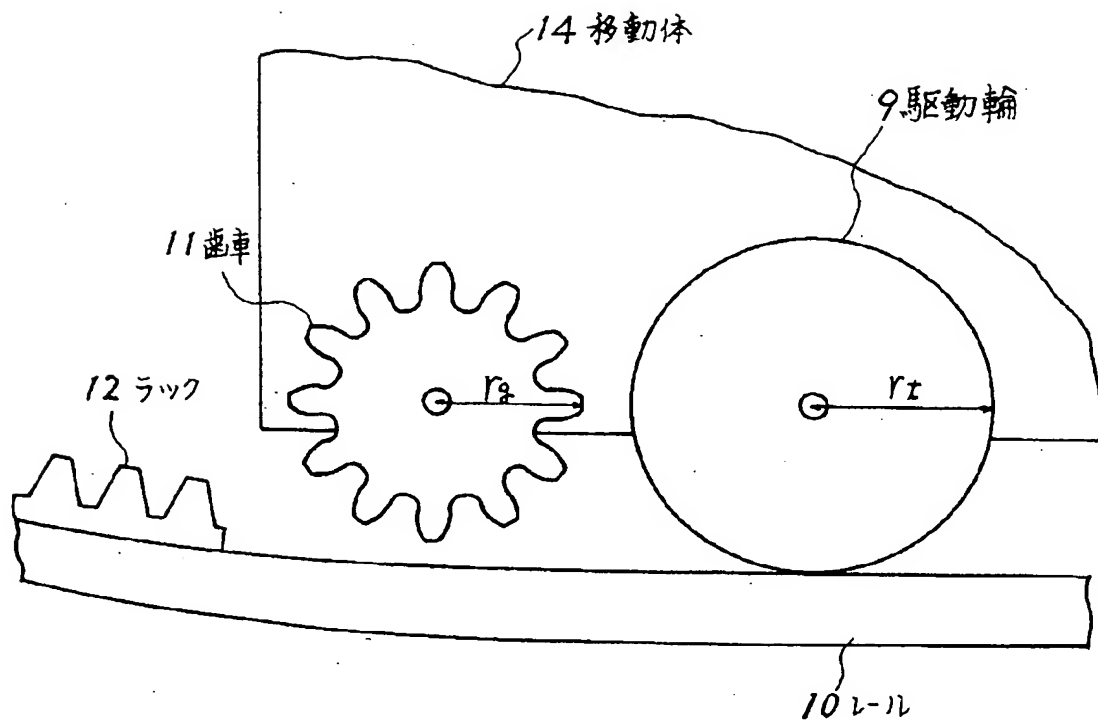
【図12】



$L$  : 巻き線インダクタンス  
 $R$  : 巻き線抵抗  
 $J$  : モータ負荷の慣性モーメント  
 $K_T$  : トルク定数  
 $K_E$  : 誘起電圧定数

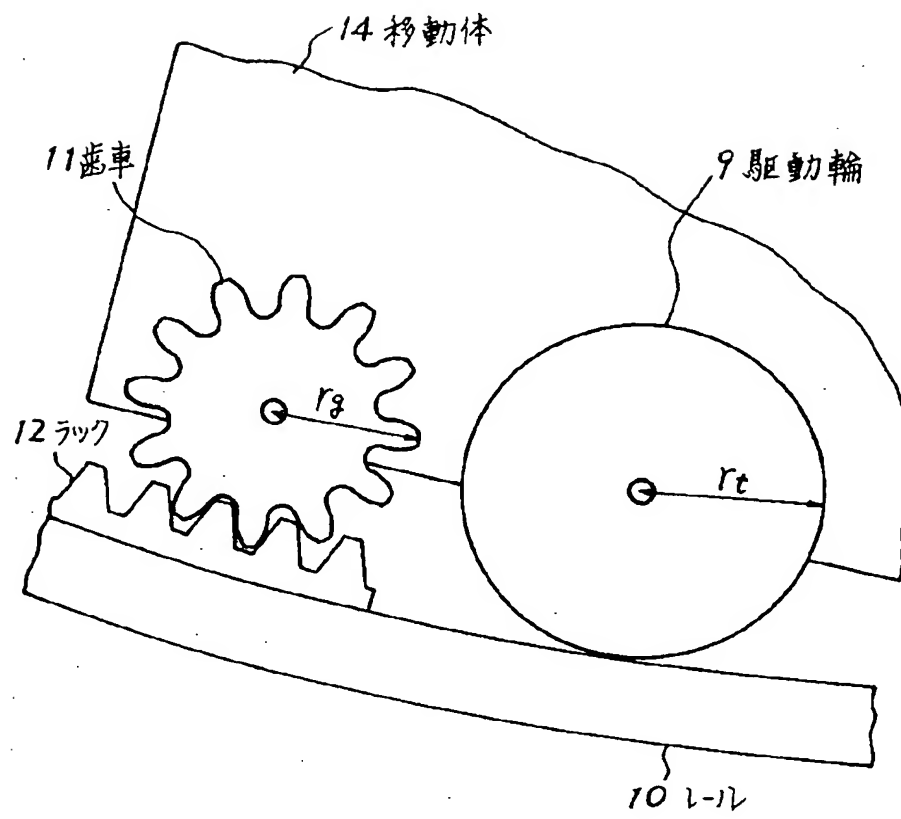
Tric Page Blank (uspto)

【図5】



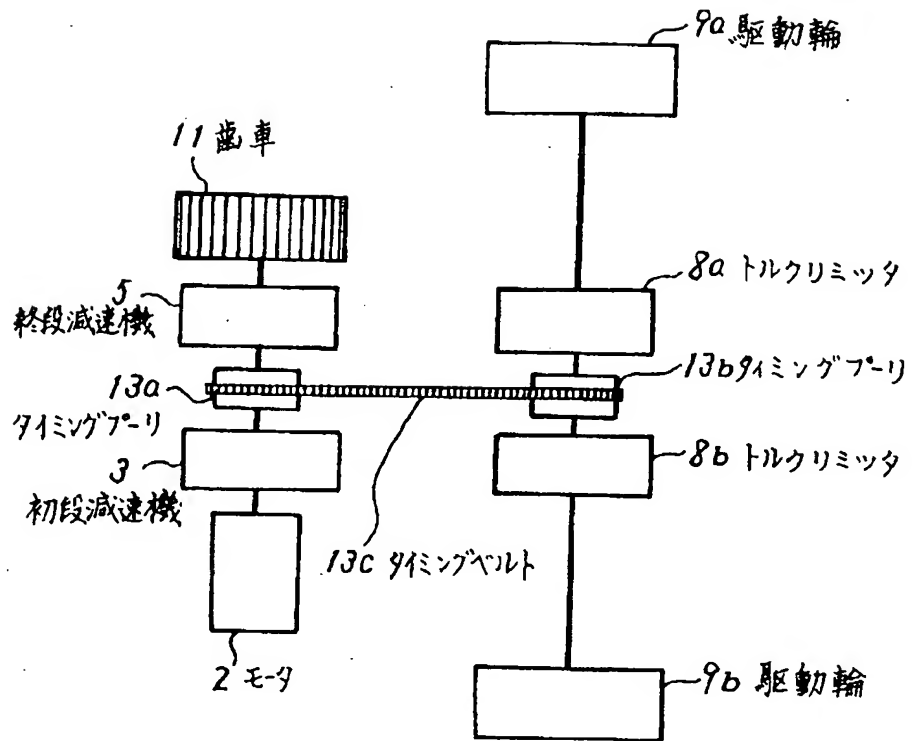
Title Page Blank (usotc)

【図6】



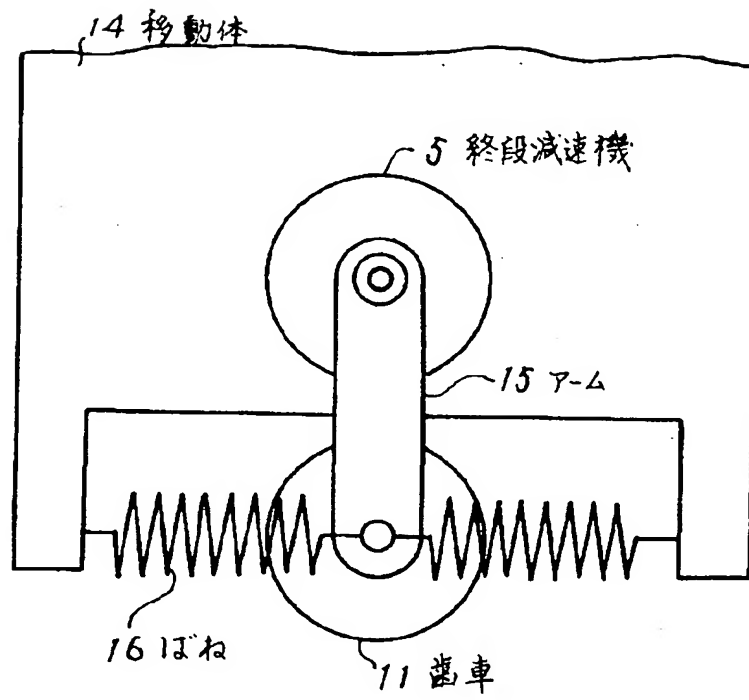
Tric Page Blank (uspto)

【図7】



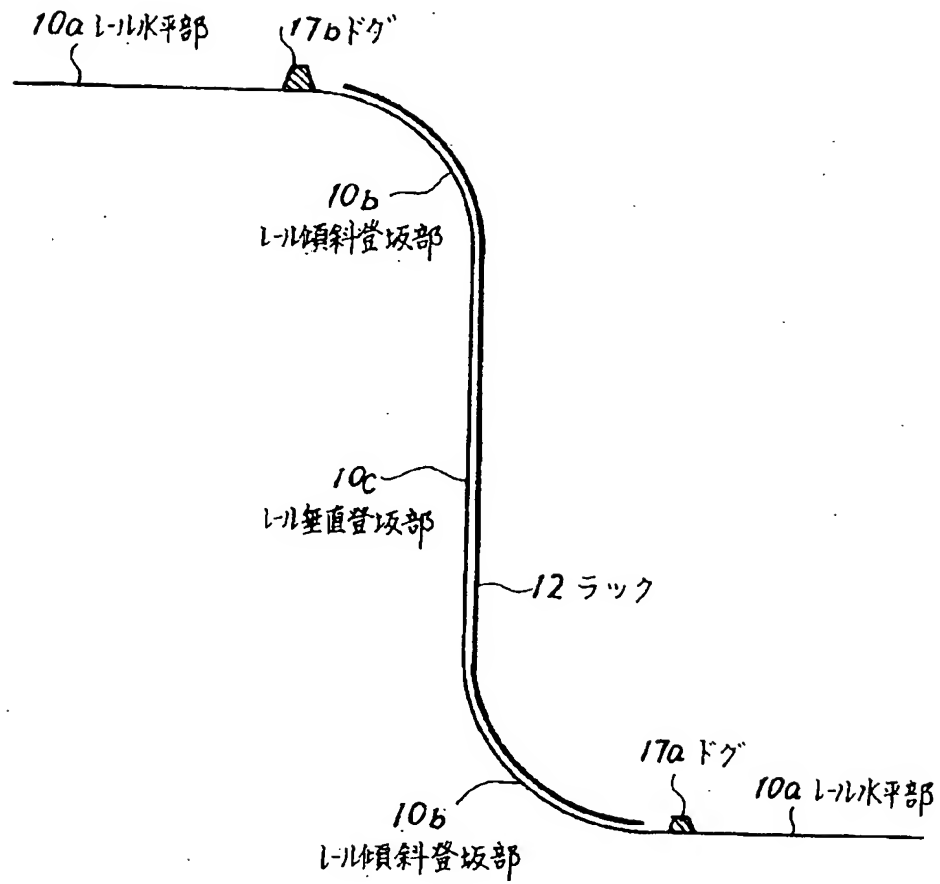
Tric Page Blank (uspto)

【図8】



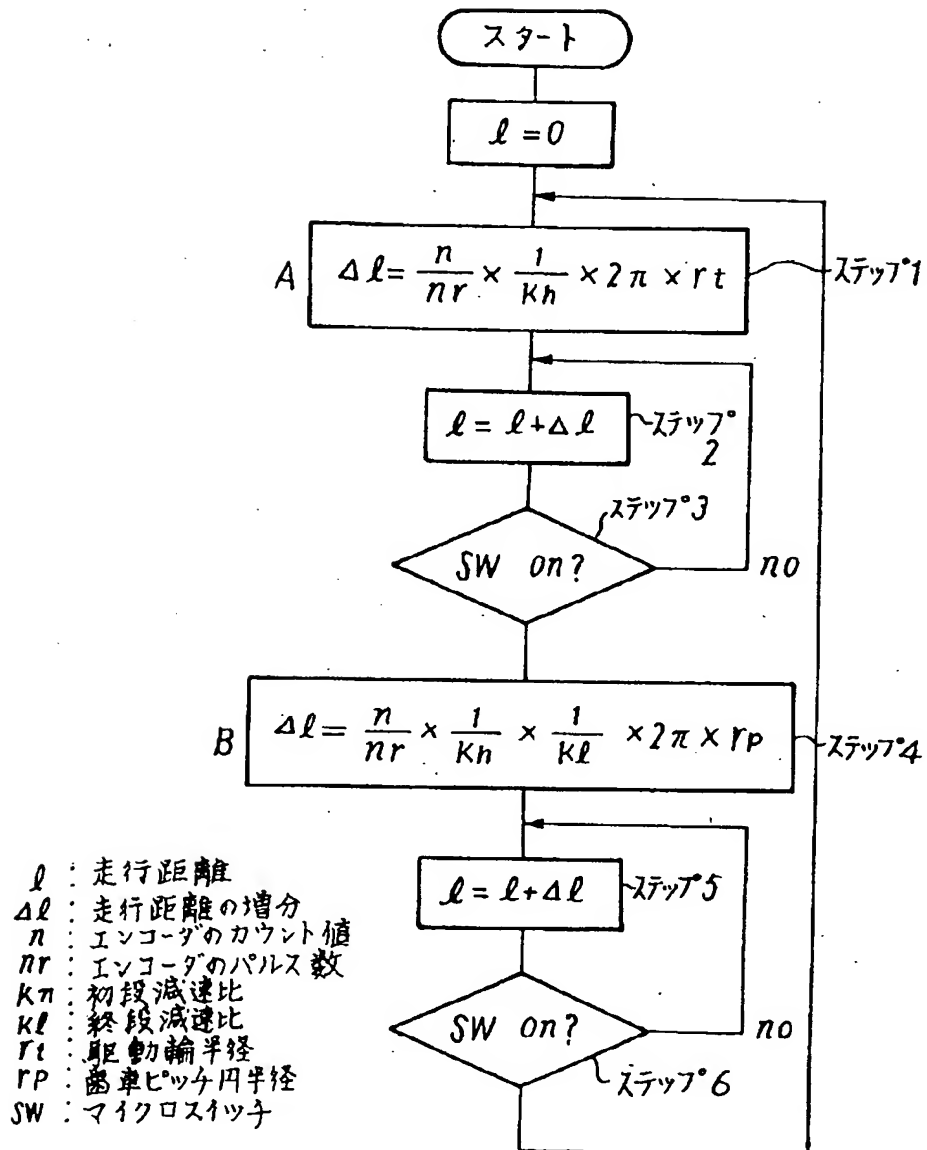
This Page Blank (uspto)

【図9】



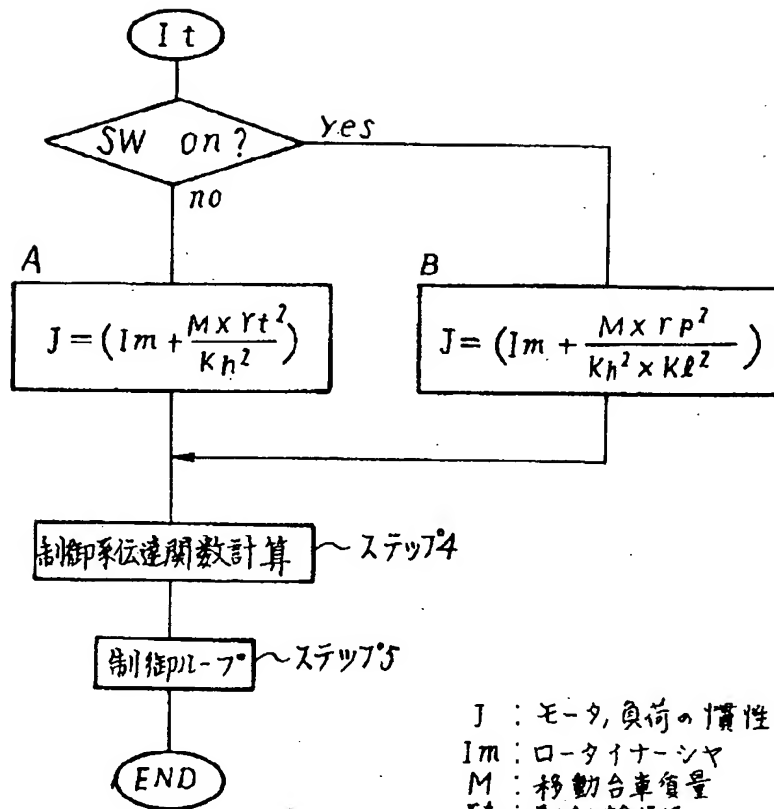
This Page Blank (uspic)

【図10】



This Page Blank (uspto)

【図11】



$J$  : モータ、負荷の慣性モーメント  
 $I_m$  : ロータイナーシヤ  
 $M$  : 移動台車質量  
 $r_t$  : 駆動輪半径  
 $r_p$  : 歯車ピッチ円半径  
 $k_h$  : 初段減速比  
 $K_l$  : 終段減速比  
 $SW$  : マイクロスイッチ

This Page Blank (uspto)